

10/551506

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001163

International filing date: 04 February 2005 (04.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP
Number: 04002612.2
Filing date: 05 February 2004 (05.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 June 2005 (15.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



BEST AVAILABLE COPY

World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PATENT COOPERATION TREATY

From the RECEIVING OFFICE

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
DOCUMENTS TRANSMITTED

To:



The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211, Geneva 20
Suisse

For the attn of: Isabel Buloz



The International Searching Authority

Date of mailing
(day/month/year)

13. 06. 2005

International application No.

PCT/EP2005/001163

The receiving Office transmits herewith the following documents:

1. ☐ the record copy (Article 12(1)) (only for the IB).
2. ☐ the search copy of form PCT/RO/101 (Article 12(1)) (only for the ISA).
3. ☐ the confirmation copy (Administrative Instructions, Section 331) (only for the IB).
4. ☐ substitute sheets (Administrative Instructions, Section 325(a)).
5. ☐ later submitted sheets (Administrative Instructions, Section 309(b)(iii), (c)(ii)).
6. ☐ later submitted drawings (Administrative Instructions, Section 310(c)(iii), (d)(ii)).
7. other document(s):
 - ☐ letter(s) dated: _____
 - ☐ _____ power(s) of attorney (only for the IB).
 - ☐ statement(s) explaining lack of signature considered to be satisfactory by this receiving Office (only for the IB).
 - ☒ 1 priority document(s) (only for the IB).
 - ☐ fee calculation sheet (only for the IB).
 - ☐ document(s) concerning deposited biological material.
 - ☐ nucleotide and/or amino acid sequence listing(s) in computer readable form (only for the ISA).
 - ☐ PCT EASY diskette (only for the IB).
 - ☐ earlier search(es) (only for the ISA).
 - ☐ Form PCT/RO/106.
 - ☐ Form PCT/RO/_____
 - ☐ _____
 - ☐ _____

Name and mailing address of the Receiving Office



European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mrs. T. Bröcker-Tazelaar

Form PCT/RO/118 (January 2003; reprint January 2004)



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

04 FEB 2005

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04002612.2

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 04002612.2
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 05.02.04
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Krupp Edelstahlprofile GmbH
Obere Kaiserstrasse
57078 Siegen
ALLEMAGNE
RUD-KETTENFABRIK RIEGER & DIETZ GmbH & Co.
Friedensinsel 13
73428 Aalen
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender
Tieftemperaturzähigkeit und Verwendungen eines solchen Stahls

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G22C/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

Bemerkungen:

Remarks: The application was transferred from the above mentioned original applicant to:
Remarques: Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH - Siegen/DE
The registration of the changes has taken effect on 09.02.2005

SI/cs 040064EP
5. Februar 2004

**Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit
herausragender Tieftemperaturzähigkeit und Verwendungen
eines solchen Stahls**

Die Erfindung betrifft einen Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit. Derartige Stähle werden beispielsweise für die Herstellung von Anschlag- oder Zurrmitteln verwendet, wie sie für die Befestigung und Sicherung von Lasten benötigt werden. Insbesondere werden diese Stähle zu warmgewalzten Stabstahl, Walzdraht oder Blankstahl verarbeitet, aus denen dann geschweißte Rundstahlketten gefertigt werden.

Die an Stähle der voranstehend erläuterten Art gestellten Anforderungen sind in der DIN 17 115 formuliert. Neben einer guten Umformbarkeit und einer ebenso guten Eignung zum Verschweißen müssen die Stähle hervorragende Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften besitzen, um die sich aufgrund der in der Praxis auftretenden Belastungen stellenden Anforderungen zu erfüllen.

Die zu diesem Zweck bekannten, in der DIN 17 115 angegebenen Edelstähle 23 MnNiCrMo 5 3 und 23 MnNiCrMo 5 4 weisen (in Gew.-%) jeweils 0,20 - 0,26 % C, $\leq 0,25$ % Si, 1,10 - 1,40 % Mn, jeweils 0,020 % P und S, wobei die Summe der Gehalte an P und S 0,035 % nicht überschreitet, erforderlichenfalls 0,020 - 0,050 % Al, bis zu 0,014 % N

SI/cs 040064EP

Erfassungszeit: 5. Feb. 15:59

und 0,40 - 0,60 % Cr. Dem Stahl 23 MnNiCrMo 5 2 sind zusätzlich 0,20 - 0,30 % Mo und 0,70 - 0,90 % Ni zugegeben, während der Stahl 23 MnNiCrMo 5 4 zusätzlich 0,50 - 0,60 % Mo und 0,90 - 1,10 % Ni enthält.

Ein anderer Stahl zur Herstellung von Ketten zum Festmachen bzw. Vertäuen von Schiffen oder Bohrplattformen bestimmten Ketten ist aus der chinesischen Patentveröffentlichung CN-1281906 bekannt. Aus dem in der Datenbank WPINDEX verfügbaren Abstract zu dieser Veröffentlichung geht hervor, dass der bekannte Stahl (in Gew.-%) 0,25 - 0,35 % C, 0,15 - 0,30 % Si, 1,45 % - 1,75 % Mn, 0,90 - 1,40 % Cr, 1,00 - 1,20 % Ni, 0,45 - 0,65 % Mo, 0,02 - 0,06 % Nb, 0,020 - 0,05 % Al, bis zu 0,020 % P, bis zu 0,15 % S, bis zu 0,20 % Cu, bis zu 0,03 % Sn, bis zu 0,01 % Sb, bis zu 0,04 % As, bis zu 0,005 % B, bis zu 0,009 % N, bis zu 0,0020 % O, bis zu 0,0002 % H, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen enthält, wobei zusätzlich ein Kohlenstoffäquivalent größer 1,4 sein muss.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass die bekannten Stähle bei Raumtemperatur zwar die hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit gestellten Anforderungen erfüllen, dass es jedoch bei tieferen Temperaturen insbesondere in Bezug auf die Zähigkeit zu Problemen kommt.

Aufgabe der Erfindung war es daher, einen hochfesten Stahl zu schaffen, der auch bei tiefen Temperaturen noch eine hervorragende Zähigkeit besitzt, so dass die Gefahr eines Bruchs des aus dem Stahl jeweils erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert ist. Zudem sollen vorteilhafte Verwendungen dieses Stahls angegeben werden.

In Bezug auf den Stahl wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass erfindungsgemäßer Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit, die folgende Zusammensetzung aufweist (in Gew.-%):

C: 0,08 - 0,25 %,
Si: 0,10 - 0,30 %,
Mn: 0,80 - 1,60 %,
P: ≤ 0,020 %,
S: ≤ 0,015 %,

wobei die Summe aus P- und S-Gehalt ≤ 0,030 % ist,

Cr: 0,40 - 0,80 %,
Mo: 0,30 - 0,50 %,
Ni: 0,70 - 1,20 %,
Al: 0,020 - 0,060 %,
N: 0,007 - 0,018 %,
V: ≤ 0,15 %,
Nb: ≤ 0,07 %,

wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt ≥ 0,020 % ist,
Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

Bei erfindungsgemäßigem Stahl sind die einzelnen Legierungskomponenten so gewählt, dass ein den sich stellenden Anforderungen optimal gerecht werdendes Eigenschaftsprofil erreicht ist. Dies wird durch die erfindungsgemäß vorgegebenen Gehalte an Cr, Ni und N sowie die Mindestsumme der Gehalte an Nb und V erreicht. Indem die erfindungsgemäß vorgegebenen Gehaltsbereiche für diese Legierungselemente eingehalten werden, werden eine besonders hohe Zähigkeit, eine gute Durchhärthbarkeit, eine verbesserte Anlassbeständigkeit und eine besonders feine Kornstruktur erreicht. Gleichzeitig ist erfindungsgemäßer

Stahl gut kaltverformbar und besitzt im fertig verarbeiteten Zustand hohe Festigkeiten. Zudem zeichnet er sich durch eine hohe Kerbschlagzähigkeit sowie eine so niedrige Sprödbbruchübergangstemperatur aus, dass es erst bei Temperaturen zum Sprödbbruch kommt, die wesentlich niedriger liegen als die Sprödbbruchtemperatur von aus dem Stand der Technik bekannten Stählen.

Die im Bereich von 0,08 - 0,25 Gew.-% liegenden C-Gehalte sorgen für die gute Tieftemperaturbeständigkeit ~~erfindungsgemäßer Stähle. Besonders positive Ergebnisse~~ ergeben sich in diesem Zusammenhang dann, wenn der C-Gehalte 0,16 - 0,23 Gew.-% beträgt.

Durch die Eingrenzung der Cr-Gehalte auf 0,40 - 0,80 Gew.-% in Kombination mit Mo-Gehalten, die 0,30 - 0,50 Gew.-% betragen, wird die gute Durchhärthbarkeit und Anlassbeständigkeit des erfindungsgemäßen Stahls erreicht. Die Sicherheit, mit der diese kombinierte Wirkung erzielt wird, kann dabei dadurch erhöht werden, dass die Cr-Gehalt auf 0,40 - 0,65 Gew.-% und die Mo-Gehalte auf 0,35 - 0,50 Gew.-% eingestellt werden.

~~Ni-Gehalte von 0,70 - 1,20 Gew.-%, insbesondere 0,75 - 1,00 Gew.-%, bewirken in erfindungsgemäßem Stahl die besonders hervorzuhebende gute Tieftemperaturzähigkeit.~~

Die Gehalte an Al von 0,020 - 0,060 Gew.-%, insbesondere 0,020 - 0,045 Gew.-%, und N von 0,007 - 0,018 Gew.-%, insbesondere 0,007 - 0,015 Gew.-%, führen in erfindungsgemäßen Stählen zu einer besonders feinen Kornstruktur.

Schließlich ist dadurch, dass erfindungsgemäßer Stahl in der Summe mindestens 0,02 Gew.-% Nb und V enthält und gleichzeitig die Gehalte an V auf max. 0,15 Gew.-% und Nb auf max. 0,07 Gew.-% beschränkt sind, sichergestellt, dass das angestrebte Feinkorngefüge auch bei höheren Temperaturen noch erhalten bleibt. Überraschend hat sich in diesem Zusammenhang herausgestellt, dass dieser Effekt besonders sicher dann eintritt, wenn der erfindungsgemäße Stahl frei von Vanadium ist. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist V daher in erfindungsgemäßen Stahl gar nicht bzw. nur als unvermeidbare Verunreinigung vorhanden.

Das Feinkorn bleibt auch im Zuge der Vergütungsbehandlung stabil. So weist erfindungsgemäßer, fertig verarbeiteter Stahl regelmäßig eine Austenitkorngröße auf, die feiner als ASTM 10 ist. Die Feinheit des Gefüges erfindungsgemäßen Stahls ist damit wesentlich größer als die von bekannten Stählen, für die gemäß der DIN 17 115 eine Austenitkorngröße von ASTM 5 gefordert wird.

Mit der Erfindung steht somit ein Stahl zur Verfügung, der auch bei tiefen Temperaturen noch eine hervorragende Zähigkeit besitzt. Aufgrund der günstigen Kombination seiner Eigenschaften ist die Gefahr eines Bruchs eines aus erfindungsgemäßen Stahl erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert.

Erfindungsgemäßer Stahl wird bevorzugt zu Walzstahl verarbeitet. Ziel der Verarbeitung ist es, über jeden der Verarbeitungsschritte das möglichst feinkörnige Gefüge des erfindungsgemäßen Stahls zu bewahren. Dies umfasst nicht nur die während des Erwärmens und Walzens durchgeführten Prozessschritte, sondern auch die Glühbehandlungen, die vor

und nach der Verformung zum Bauteil durchgeführt werden. So werden erfindungsgemäß die Wärm- und Abwalzbedingungen so gewählt, dass trotz einsetzender Diffusionsvorgänge beim Wärmen hohe Walztemperaturen vermieden werden, um die Entstehung von grobem Korn zu unterdrücken. Die Temperaturen bei der weiteren Umformung werden durch einen geregelten Entzug von Energie bei der Warmumformung zudem so gewählt, dass das angestrebte Gefüge mit seiner feinkörnigen Struktur erhalten wird. Ein beschleunigter Wärmeentzug direkt nach der letzten Umformarbeit verhindert ~~dabei im Sinne eines "Einfrierens" des zuletzt erreichten~~ Gefügezustands unerwünschte Ausscheidungsvorgänge, die andernfalls eine Abnahme der Härte und Zähigkeit zur Folge hätten. Stattdessen werden durch eine Langzeitwärmebehandlung gezielte Ausscheidungszustände der Carbonitride hinsichtlich ihrer Größe und Verteilung hergestellt, um die für eine Kaltverformung des Stahls zum jeweiligen Bauteil gewünschten relativ niedrigen Werkstofffestigkeiten des Stahls im warmgewalzten Zustand zu erhalten.

Aufgrund seines besonderen Eigenschaftsspektrums eignet sich erfindungsgemäßer Stahl insbesondere zur Herstellung von hochfesten Bauteilen durch Kaltverformen mit nachfolgendem Vergüten. Bei diesen Bauteilen kann es sich beispielsweise um Mittel zum Tragen, Ziehen, Heben, Fördern oder Sichern von Lasten handeln, die der höchsten Festigkeitsklasse zugeordnet sind. Derartige unter dem Oberbegriff Anschlag- und Zurrmittel zusammengefasste Gegenstände umfassen beispielsweise Anschlagpunkte, Haken, Bügel, Ösen, Ketten, Gelenke, Wirbelelemente, Wippen, Streben, Spindel- und Ratschenspanner, Lastböcke und Vergleichbares.

Auch lassen sich aus erfindungsgemäßen Stahl Mittel zum Verbinden von Bauelementen mit hervorragenden Gebrauchseigenschaften fertigen. Bei diesen Bauelementen handelt es sich beispielsweise um Bolzen oder andere Verbindungs- oder Kraftübertragungselemente, wie Schrauben, Klemmen, Stangen oder Vergleichbares.

Ein Anwendungsgebiet, für das sich erfindungsgemäßer Stahl besonders gut verwenden lässt, ist die Herstellung von Ketten. Aus erfindungsgemäß beschaffenem Stahl erzeugte Ketten ertragen auch in großer Kälte sicher hohe

Belastungen, ohne dass die Gefahr eines Bruchs oder vergleichbare Beschädigungen auftreten. So lassen sich aus erfindungsgemäßen Stahl Rundstahlketten, insbesondere geschweißte Rundstahlketten, herstellen, die höchsten Anforderungen sicher gewachsen sind.

Die aus erfindungsgemäßen Stahl gefertigten Bauteile besitzen regelmäßig eine Festigkeit von mindestens 1200 MPa, insbesondere mehr als 1550 MPa, 1600 MPa oder 1650 MPa. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass bei einer Festigkeit von mindestens 1550 MPa die Sprödbruchübergangstemperatur FATT der aus erfindungsgemäßen Stahl gefertigten Bauteile regelmäßig bei höchstens - 60 °C liegt. Diese Grenztemperatur ist deutlich niedriger als bei bekannten Stählen.

Ebenso bemerkenswert ist, dass bei aus erfindungsgemäßen Stahl erzeugten Bauteilen der Kerbschlagarbeitswert regelmäßig mehr als 45 J beträgt und das jeweilige Bauteil eine technische Rissinitiiierungszähigkeit J_{IC} von mehr als 170 N/mm bei -60 °C, insbesondere mehr als 185 N/mm aufweist. Der Rissinitiiierungszähigkeit J_{IC} ist ein in der

ASTM 1820 definierter Wert, der eine Bewertung der Zähbruchneigung eines Stahlwerkstoffs ermöglicht.

Die hohe Zähigkeit des erfindungsgemäßen Stahls macht sich auch darin bemerkbar, dass die aus solchem Stahl erzeugten Bauteile regelmäßig eine Bruchdehnung von mehr als 28 % aufweisen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein Stahl mit (in Gew.-%)

0,19 % C,

0,20 % Si,

1,31 % Mn,

0,005 % P,

0,010 % S,

P-Gehalt + S-Gehalt = 0,015 %,

0,45 % Cr,

0,37 % Mo,

0,88 % Ni,

0,400 % Al,

0,008 % N,

0,01 % V,

0,06 % Nb,

(V-Gehalt + Nb-Gehalt = 0,07 %),

Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen

ist erschmolzen und zu einem Walzstahl verarbeitet worden.

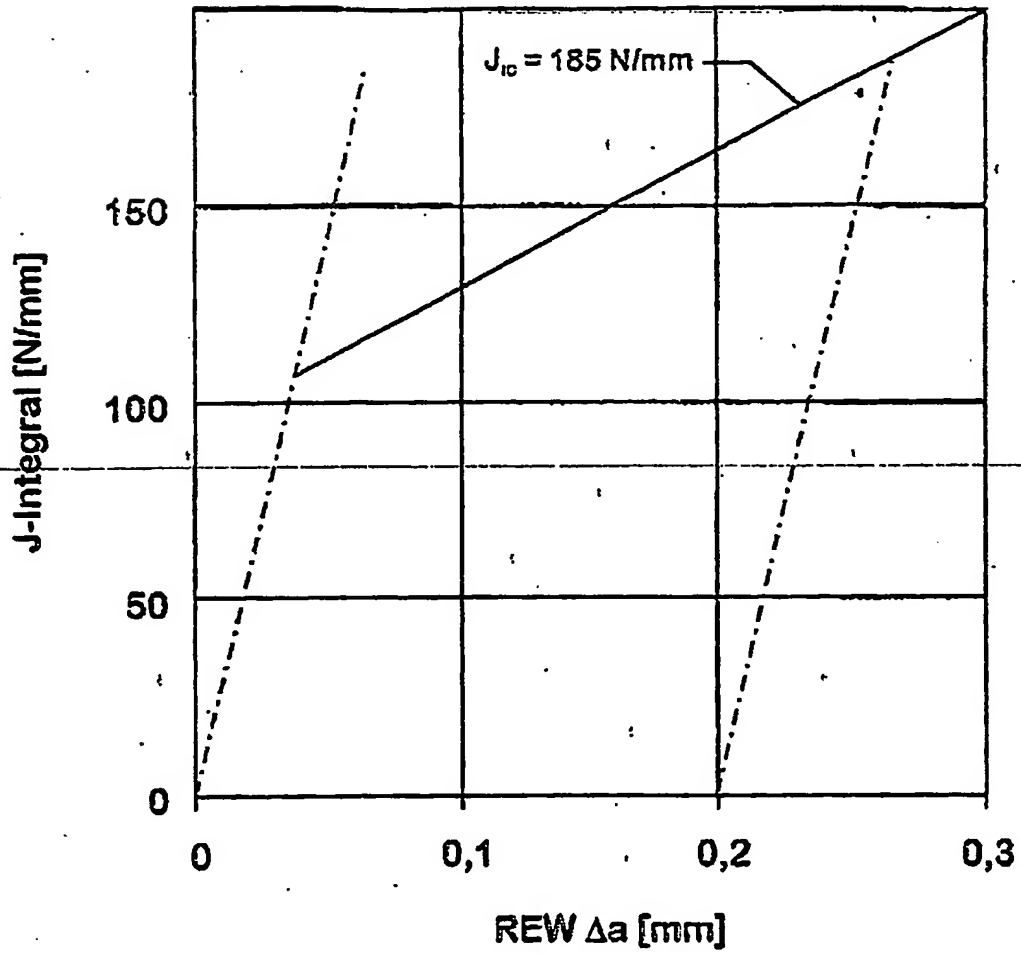
Um nach dem Warmwalzen ein möglichst feinkörniges Gefüge des erhaltenen Produktes sicherzustellen, sind während des Warmwalzens die Walztemperaturen auf einem niedrigen Niveau gehalten worden. Zusätzlich ist zwischen jedem Walzschrift

eine Kühlung des Walzgutes durchgeführt worden, um durch die Warmverformung selbst erzeugte Wärme abzuführen. Unmittelbar nach dem Warmwalzen ist das erhaltene Warmwalzprodukt abgeschreckt worden, um die bei Verlassen der Warmwalzstrecke vorhandene feinkörnige Struktur des Stahls so einzufrieren, dass sie auch in den sich anschließenden Verarbeitungsschritten sicher erhalten bleibt.

Nach dem Warmwalzen und einer Langzeitwärmebehandlung, die für die Einstellung einer für die anschließende Kaltverformung günstigen Festigkeit erfolgte, ist der Walzstahl zu Kettengliedern geformt worden, die nach dem Zusammensetzen der Kette durch Schweißen geschlossen worden sind.

Die auf diese Weise erzeugten Ketten wiesen eine feine Kornstruktur von ASTM 11, eine Festigkeit von 1270 N/mm² und eine bei dieser Festigkeit ermittelte Sprödbruchübergangstemperatur FATT von -70 °C auf. Ihr Kerbschlagarbeitswert lag bei 557 J bei -60 °C Prüftemperatur und die Bruchdehnung betrug 28 %.

Im beigefügten Diagramm ist für erfindungsgemäßen Stahl der Verlauf des Zähbruchwertes J-Integral über die Risserweiterung REW bei einer Temperatur von -60 °C für eine normalisierte Anfangsrisslänge a/w von 0,4 aufgetragen. Es zeigt sich, dass bei dem technisch relevanten Beginn der stabilen Risserweiterung eine Rissinitiierungszähigkeit J_{IC} von 185 N/mm² vorliegt.



SI/cs 040064EP
5. Februar 2004

PATENTANSPRÜCHE

1. Stahl zur Herstellung von hochfesten Bauteilen mit herausragender Tieftemperaturzähigkeit, der folgende Zusammensetzung aufweist (in Gew.-%):

C: 0,08 - 0,25 %,

Si: 0,10 - 0,30 %,

Mn: 0,80 - 1,60 %,

P: \leq 0,020 %,

S: \leq 0,015 %,

wobei die Summe aus P- und S-Gehalt \leq 0,030 % ist,

Cr: 0,40 - 0,80 %,

Mo: 0,30 - 0,50 %,

Ni: 0,70 - 1,20 %,

Al: 0,020 - 0,060 %,

N: 0,007 - 0,018 %,

V: \leq 0,15 %,

Nb: \leq 0,07 %,

wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt \geq 0,020 % ist,

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

2. Stahl gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sein C-Gehalt 0,16 Gew.-% - 0,23 Gew.-% beträgt.

SI/cs 040064EP

Erfindungszeit 5. Feb. 15:59

3. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sein Mn-Gehalt 1,00 Gew.-% - 1,35 Gew.-% beträgt.
4. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sein Cr-Gehalt 0,40 Gew.-% - 0,65 Gew.-% beträgt.
5. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
~~dadurch gekennzeichnet, dass~~
sein Mo-Gehalt 0,35 Gew.-% - 0,50 Gew.-% beträgt.
6. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sein Ni-Gehalt 0,75 Gew.-% - 1,00 Gew.-% beträgt.
7. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sein Al-Gehalt 0,020 Gew.-% - 0,045 Gew.-% beträgt.
8. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sein N-Gehalt 0,007 Gew.-% - 0,015 Gew.-% beträgt.
9. Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
er eine Austenitkorngröße aufweist, die feiner als ASTM
10 ist.

10. Verwendung eines gemäß einem der voranstehenden Ansprüche zusammengesetzten Stahls zur Herstellung von hochfesten Bauteilen durch Kaltverformen mit anschließender Vergütung.
11. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile Mittel zum Tragen, Ziehen, Heben, Fördern oder Sichern von Lasten sind.
-
12. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile Mittel zum Verbinden von Bauelementen sind.
13. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile Ketten sind.
14. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ketten Rundstahlketten sind.
-
15. Verwendung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ketten geschweißt sind.
16. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile eine Festigkeit von mindestens 1200 MPa besitzen.

17. Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Festigkeit mindestens 1550 MPa beträgt.

18. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Festigkeit mindestens 1600 MPa, insbesondere mindestens 1650 MPa, beträgt.

~~19. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,~~
dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Festigkeit von mindestens 1550 MPa die Sprödbruchübergangstemperatur FATT der Bauteile bei höchstens - 60 °C liegt.

20. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Kerbschlagarbeitswert mehr als 45 J beträgt.

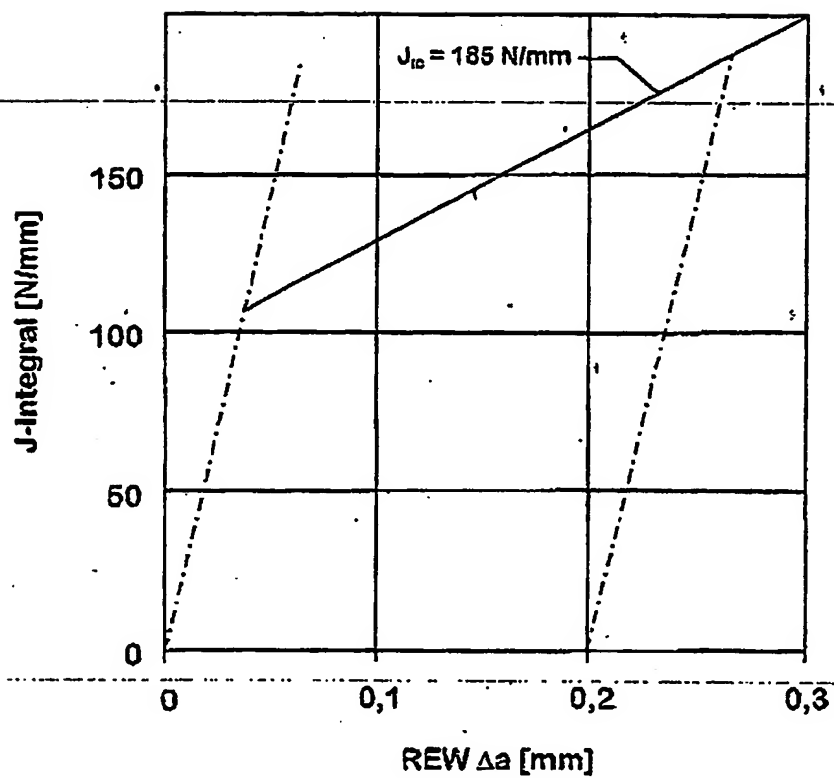
21. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff des Bauteils eine technische Rissinitiierungszähigkeit J_{IC} von mehr als 170 N/mm² aufweist.

22. Verwendung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die technische Rissinitiierungszähigkeit J_{IC} mehr als 185 N/mm² beträgt.

23. Verwendung nach einem der Ansprüche 10 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bauteile eine Bruchdehnung von mehr als 28 %
aufweisen.

51/CS 040064EP

Erfindungszeit 5.Feb. 15:59



SI/cs 040064EP
5. Februar 2004

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung stellt einen hochfesten Stahl zur Verfügung, der auch bei tiefen Temperaturen noch hervorragende Zähbruchwerte J-Integral besitzt, so dass die Gefahr eines Bruchs des aus dem Stahl jeweils erzeugten Bauteils auch unter ungünstigen, harten Betriebsbedingungen auf ein Minimum reduziert ist. Dies wird dadurch erreicht, dass er (in Gew.-%) 0,08 - 0,25 % C, 0,10 - 0,30 % Si, 0,80 - 1,60 % Mn, $\leq 0,020$ % P, $\leq 0,015$ % S, wobei die Summe aus P- und S-Gehalt $\leq 0,030$ % ist, 0,40 - 0,80 % Cr, 0,30 - 0,50 % Mo, 0,70 - 1,20 % Ni, 0,020 - 0,060 % Al, 0,007 - 0,018 % N, $\leq 0,15$ % V, $\leq 0,07$ % Nb, wobei die Summe aus V- und Nb-Gehalt $\geq 0,020$ % ist, und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält. Der erfindungsgemäße Stahl eignet sich insbesondere zur Herstellung von hochfesten Ketten.

Für die Veröffentlichung der Zusammenfassung ist das Diagramm bestimmt.

SI/SI 040064EP

Erfindungszeit 5.Feb. 15:59

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.